



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Übersetzung der  
europäischen Patentschrift

87 EP 0 298 216 B1

10 DE 38 85 948 T 2

51 Int. Cl.5:  
H 03 M 1/12  
H 04 B 14/04  
H 03 M 7/30  
H 03 M 1/08

21	Deutsches Aktenzeichen:	38 85 948.3
86	Europäisches Aktenzeichen:	88 107 153.4
86	Europäischer Anmeldetag:	4. 5. 88
87	Erstveröffentlichung durch das EPA:	11. 1. 89
87	Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA:	1. 12. 93
47	Veröffentlichungstag im Patentblatt:	16. 6. 94

30 Unionspriorität: 32 33 31

07.05.87 IT 2042187

73 Patentinhaber:

SGS-Thomson Microelectronics S.r.l., Agrate  
Brianza, Mailand/Milano, IT

74 Vertreter:

Grünecker, A., Dipl.-Ing.; Kinkeldey, H., Dipl.-Ing.  
Dr.-Ing.; Stockmair, W., Dipl.-Ing. Dr.-Ing. Ae.E. Cal  
Tsch; Schumann, K., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.; Jakob,  
P., Dipl.-Ing.; Bezold, G., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.;  
Meister, W., Dipl.-Ing.; Hilgers, H., Dipl.-Ing.;  
Meyer-Plath, H., Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Ehnold, A.,  
Dipl.-Ing.; Schuster, T., Dipl.-Phys.; Goldbach, K.,  
Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Aufenanger, M., Dipl.-Ing.;  
Klitzsch, G., Dipl.-Ing.; Vogelsang-Wenke, H.,  
Dipl.-Chem. Dipl.-Biol.Univ. Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte,  
80538 München

84 Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB, NL, SE

72 Erfinder:

Senderowicz, Daniel, Berkeley CA 94708, US;  
Nicollini, Germano, I-29100 Pavia, IT; Crippa, Carlo,  
I-22055 Merate Como, IT; Confalonieri, Pierangelo,  
I-24040 Canonica d'Adda Bergamo, IT

54 Schaltung zur PCM-Wandlung eines analogen Signals mit verbessertem Verstärkungsabgleich.

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patentamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 38 85 948 T 2

DE 38 85 948 T 2

88 107 153.4  
SGS-Thomson ...

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Schaltung zur PCM-Wandlung eines analogen Signals, beispielsweise eines Stimmsignals, mit verbessertem Verstärkungsabgleich.

In den letzten Jahren hat sich die PCM-(Pulscodemodulations-)Codierung in sehr breitem Umfang durchgesetzt und ist schließlich zum am meisten verwendeten Modulationsverfahren in Telefonsystemen geworden. Unter den verschiedenen internationalen Empfehlungen (wie beispielsweise CCITT in Europa), die Regeln für alle möglichen Telefonverbindungen setzen, schreiben jene, die sich auf den PCM-Wandler (gewöhnlich von einer als "Combochip" bekannten integrierten Schaltung gebildet) beziehen, unter anderem (nachfolgend beschriebene) Maske zur Begrenzung des Verstärkungsfehlers (d.h. Verstärkungsabgleich) vor, weil der Pegel des Eingangssignals, das als sinusförmig angenommen wird, schwankt.

Analog/Digital-Umsetzung wird mit einem Quantisierer durchgeführt, der das Analogsignal dazu zwingt, nur vorbestimmte diskrete Werte anzunehmen, und mit einem Abtaster, der das quantisierte Signal abtastet und die aufeinanderfolgenden Tastwerte einem Codierer zuführt. Da die Analog/Digital-Wandlung bekanntlich einen Quantisierungsfehler in das zu codierende Signal einführt, drückt sich dieser als entsprechender Fehler im kodierten Signal aus, der einem Verstärkungsfehler äquivalent ist, selbst bei einem idealen "Combochip".

Das Ziel der Erfindung ist es nun, eine PCM-Wandlerschaltung ("Combochip") anzugeben, die einen Verstärkungsabgleich aufweist, der besser als der bekannter Schaltungen ist und wirklich besser als die als ideal angesehene Schaltung ist.

Die Erfindung erreicht das vorgenannte Ziel sowie andere Ziele und Vorteile, die nachfolgend erläutert werden, mit einer Schaltung zur PCM-Wandlung einer Analogschaltung gemäß Anspruch 1.

Die Erfindung wird nun unter Bezugnahme auf eine bevorzugte Ausführungsform, die in den begleitenden Zeichnungen dargestellt ist, detaillierter erläutert.

Fig. 1 ist ein Diagramm einer Maske zur Begrenzung des Verstärkungsfehlers und des idealen Verstärkungsabgleichs gemäß dem Stand der Technik;

Fig. 2 ist ein Blockschaltbild einer PCM-Wandlerschaltung gemäß dem Stand der Technik;

Fig. 3 ist ein Blockschaltbild einer bevorzugten Ausführungsform einer PCM-Wandlerschaltung gemäß der Erfindung;

Fig. 4 ist ein Diagramm des Verstärkungsabgleichs, den man mit der Schaltung nach Fig. 3 erhält, und

Fig. 5 ist ein Beispiel einer praktischen Ausführung der Wandlerschaltung von Fig. 3.

In Fig. 1, die ein Diagramm der Verstärkungsänderung in dB in Abhängigkeit vom Eingangssignalpegel, ebenfalls in dB ist, definieren die zwei gestrichelten Linien eine Maske, innerhalb der gemäß den CCITT-Empfehlungen die Verstärkungsschwankungskurve enthalten sein muß. Die Maske ist auf die Verstärkung bei -10 dBmO bezogen, d.h. es wird

angenommen, daß die Verstärkung gemessen wird, wenn das sinusförmige Eingangssignal gleich -10 dBmO als absoluter Bezug ist.

Figur 2 zeigt eine PCM-Wandlerschaltung gemäß dem Stand der Technik. Sie enthält ein Hochpaßfilter 10, die ein analoges Eingangssignal  $V_{in}$  erhält, typischerweise ein Sprachsignal. Es wird unterstellt, daß das Signal  $V_{in}$  zuvor in einem nicht dargestellten Tiefpaßfilter gefiltert worden ist, dessen obere Grenzfrequenz niedriger als die Hälfte der Abtastfrequenz  $f_s$  ist, gemäß den dem Fachmann bekannten Kriterien. Das Ausgangssignal  $V_{out}$  des Hochpaßfilters 10 gelangt in einen PCM-Wandler 11, der einen dem Fachmann bekannten Quantisierer 12 enthält, der ein stufenförmiges Ausgangssignal  $V_Q$  erzeugt, um zwangsweise Werte in einer diskreten Serie anzunehmen, einen Abtaster 14, der das Ausgangssignal  $V_Q$  des Quantisierers erhält und sie mit einer gewünschten Frequenz  $f_s$ , typischerweise 8 kHz, abtastet, um ein quantisiertes abgetastetes Signal  $V_{QS}$  zu erzeugen und einen Codierer 16, der das Signal  $V_{QS}$  in PCM-Impulse codiert.

PCM-Codierer arbeiten typischerweise durch aufeinanderfolgende Vergleiche des Tastwertes des Signals mit sich allmählich annähernden Bezugswerten, und im allgemeinen ist am Ende der Wandlung an einem Addierknoten der Schaltung die Restdifferenz oder der Rest zwischen dem Tastwert und dem Bezugswert verfügbar. Ein Beispiel eines PCM-Codierers dieser Art ist beispielsweise in dem Artikel "A Segmented  $\mu$ -255 Law PCM Voice Encoder Utilizing NMOS-Technology" von Yannis P. Tsividis et al., in IEEE J. Solid-State Circuits, Vol. SC-11, pp. 740-747, Dezember 1976 beschrieben.

Gemäß der Erfindung enthält, wie in Fig. 3 dargestellt, die PCM-Wandlerschaltung neben den Stufen 10, 12, 14 und 16 von Fig. 2 eine Rest-Rückkopplungsschaltung 18, die so

angeschlossen ist, daß sie die genannte Restdifferenz vom Addierknoten 20 des PCM-Wandlers erhält und sie, mit oder ohne weitere Verarbeitung, wie beispielsweise geeignete Filterung, in eine Stufe des Hochpaßfilters 10 derart einleitet, daß die Gesamtübertragungsfunktion vom Eingang der Restrückkopplungsschaltung 18, die so angeschlossen ist, daß sie die genannte Restdifferenz vom Addierknoten 20 des PCM-Wandlers erhält und sie, mit oder ohne weitere Verarbeitung, wie beispielsweise geeignete Filterung, in eine Stufe des Hochpaßfilters 10 derart einleitet, daß die Gesamtübertragungsfunktion vom Eingang der Rest-Rückkopplungsschaltung 18 zum Ausgang des Hochpaßfilters 10 äquivalent einer Tiefpaßfilterung ist.

Mit der oben unter Bezugnahme auf Fig. 3 beschriebenen Schaltungsanordnung wird ein Verstärkungsabgleich erhalten, wie in Fig. 4 dargestellt, die dieselbe Bedeutung von Fig. 1 hat. Es ist augenscheinlich, daß der Verstärkungsabgleich gegenüber dem als ideal angesehenen, in Fig. 1 dargestellten, verbessert ist.

Ogleich die Erfinder die theoretischen Gründe für dieses Ergebnis nicht vollständig ermittelt haben, scheint es doch, daß die Rückkopplung des Restes die Wirkung hat, den Quantisierungsfehler gleichmäßiger zu verteilen, so daß Fehlerspitzen beseitigt werden, die an den Übergängen des Signals von einem diskreten Quantisierungspegel zu einem anderen auftreten.

Fig. 5 zeigt ein spezielleres Beispiel der Erfindung. Das Hochpaßfilter 10 von Fig. 3 hat einen Eingangsanschluß IN und einen Ausgangsanschluß OUT und ist mit drei Operationsverstärkern 30, 32 und 34 bestückt, die in bekannter Weise mit Kopplungs- und Integrierkondensatoren 36 und mit geschalteten Kondensatoren 38 miteinander verbunden sind. Die Rest-Rückkopplungsschaltung 18 ist als einfacher geschalteter Kondensator 40 ausgebildet, der alternierend

vom Addierknoten 20 des PCM-Wandlers 11 geladen und in den Eingang des dritten Operationsverstärkers 34 des Filters 10 entladen wird. Man kann erkennen, daß die Übertragungsfunktion vom Addierknoten 20 zum OUT-Anschluß des Filters einer Tiefpaßfilterung entspricht.

Die Rest-Rückkopplungsschaltung 18 kann, anstelle als einfacher geschalteter Kondensator ausgebildet zu sein, auch ein komplexes Netzwerk sein, beispielsweise um das Signal einer anderen Filterung zu unterwerfen, und die Rückkopplung des Restes kann in einer anderen Stufe des Filters, beispielsweise am Eingang, ausgeführt werden.

Es sind bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung beschrieben worden, es versteht sich jedoch, daß der Schutzbereich der Erfindung nur durch die nachfolgenden Ansprüche bestimmt ist.

Wo technischen Merkmalen, die in irgendeinem Anspruch erwähnt sind, ein Bezugszeichen folgt, sind solche Bezugszeichen nur zu dem Zweck eingefügt worden, das Verständnis der Ansprüche zu erleichtern, und dementsprechend haben solche Bezugszeichen keinerlei einschränkende Wirkung auf den Schutzbereich eines jeden Elements, das beispielhaft durch solche Bezugszeichen bezeichnet wird.

Az.: 88 107 153.4  
SGS-Thomson ...

### Patentansprüche:

1. Schaltung zur PCM-Wandlung eines Analogsignals, enthaltend ein Filter 10 mit mehreren Stufen und mit einem Eingang (IN), dem das Analogsignal zugeführt ist, einem Quantisierer (12), das von dem Filter (10) versorgt wird, um ein quantisiertes Signal in Übereinstimmung mit dem empfangenen Analogsignal zu erzeugen, einen Abtaster (14), der von dem Quantisierer (12) versorgt wird, um das quantisierte Signal mit einer Frequenz abzutasten, die im wesentlichen das doppelte der oberen Grenzfrequenz des Analogsignals ist, und einen PCM-Codierer (16), der von dem Abtaster (14) versorgt ist, dadurch gekennzeichnet, daß der Quantisierer (12) weiterhin eine Schaltung zur Ermittlung eines Differenzsignals enthält, das für die Differenz zwischen dem Analogsignal und dem quantisierten Signal repräsentativ ist, und eine Rückkopplungsschaltung (18) zwischen die genannte Schaltung und eine Stufe des Filters (10) gekoppelt ist, um das Differenzsignal rückzukoppeln, wobei die Gesamtübertragungsfunktion vom Ausgang (20) der genannten Schaltung zum Ausgang (OUT) des Filters (10) einer Tiefpaßfilterung entspricht.

2. Schaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Filter (10) ein Hochpaßfilter ist.

3. Schaltung nach einem der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Filter (10) mehrere Stufen (30, 32, 34) enthält und daß die Rückkopplungsschaltung (18) mit einer späteren Stufe (84) desselben verbunden ist.

4. Schaltung nach einem der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Filter (10) mehrere Stufen (30, 32, 34) enthält und daß die Rückkopplungsschaltung (18) mit

einer Eingangsstufe (30) desselben verbunden ist.

5. Schaltung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Rückkopplungsschaltung (18) einen geschalteten Kondensator (40) enthält.



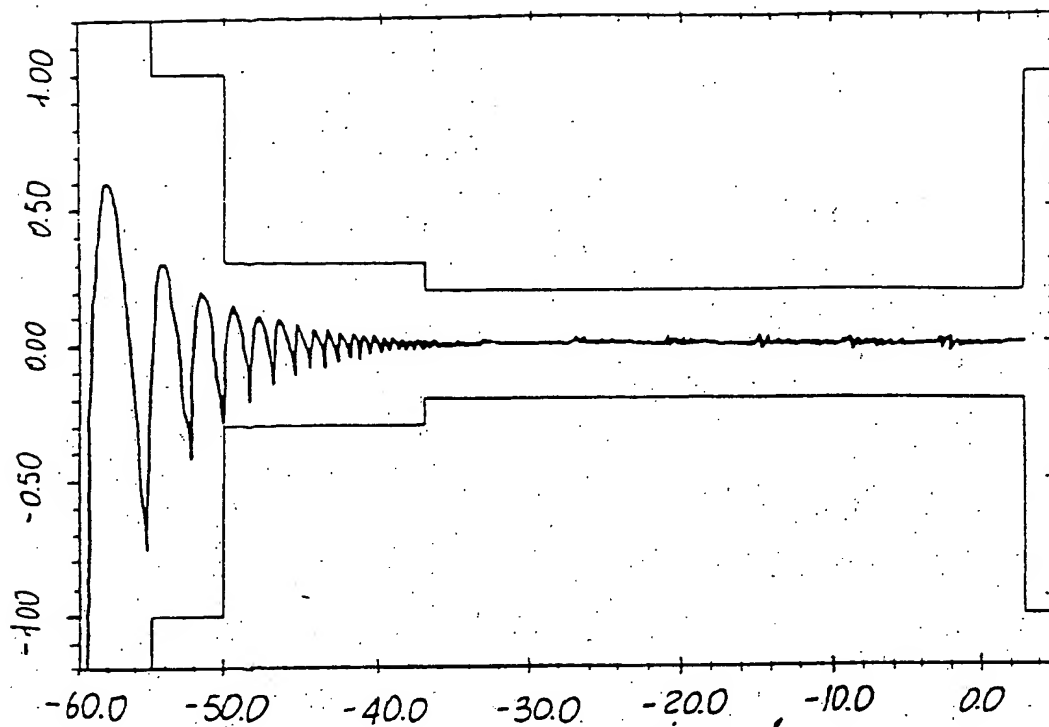


FIG. 1

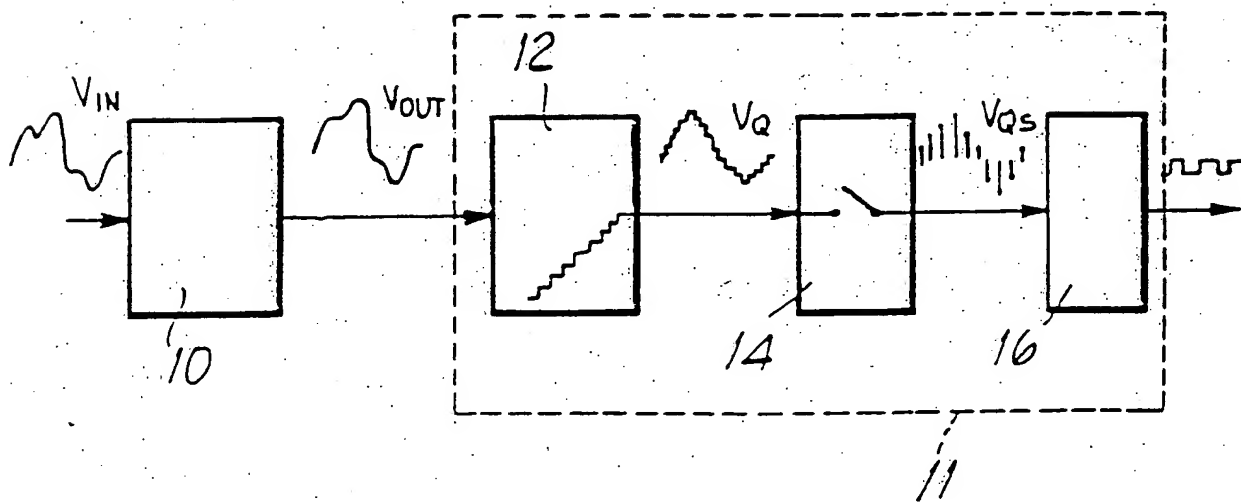


FIG. 2

2/3

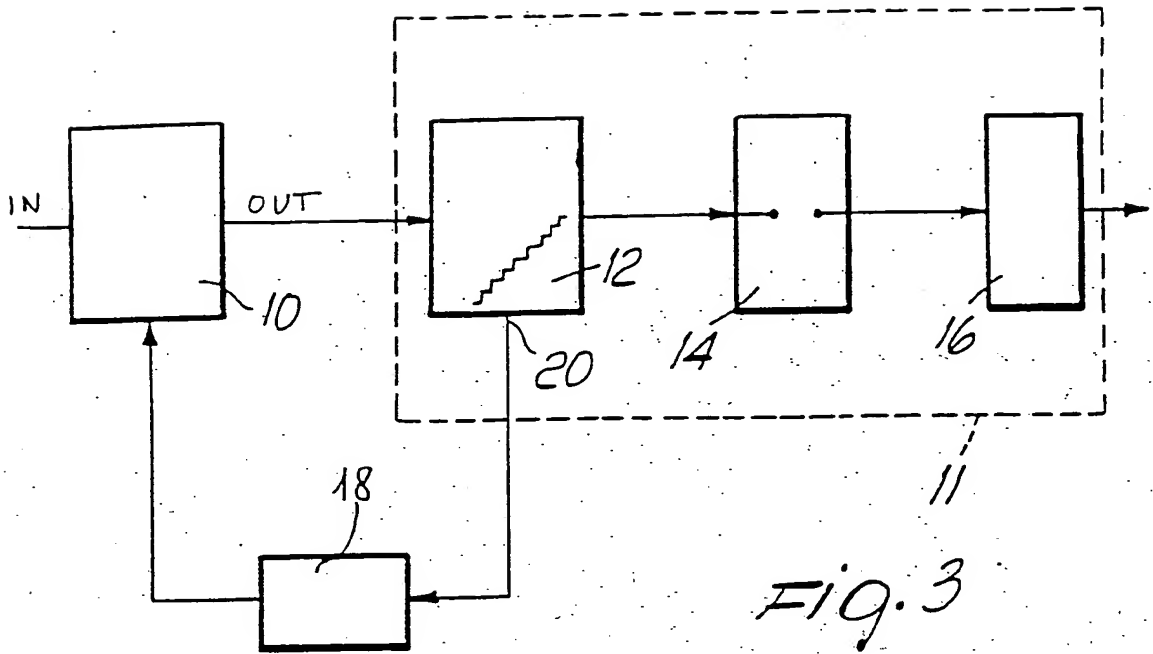


Fig. 3

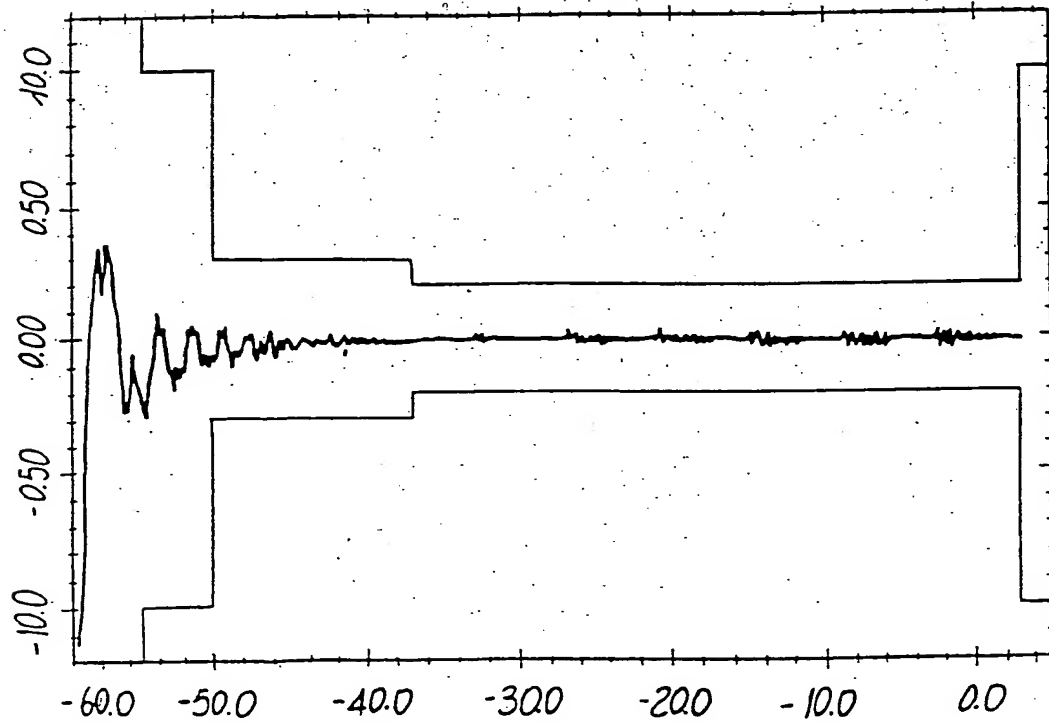


Fig. 4

3/3

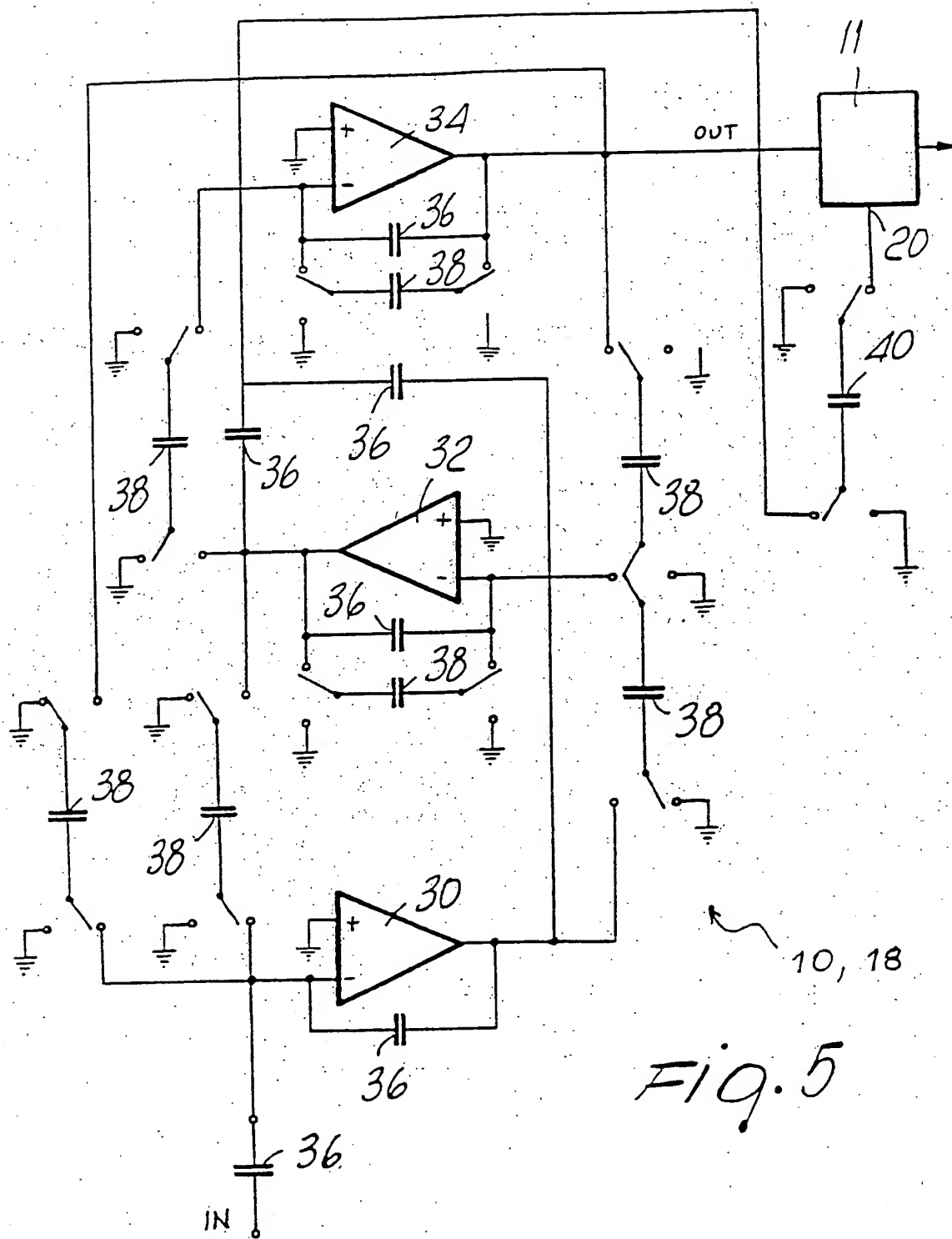


Fig. 5

